



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dalam rangka mengembangkan pembangunan jangka panjang, pemerintah menitikberatkan pembangunan nasional pada sektor industri. Dengan berbagai kebijakan yang diambil, pemerintah terus berupaya untuk menciptakan iklim segar bagi pertumbuhan industri kimia, ini ditekankan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pemanfaatan sumber daya alam yang ada, menciptakan lapangan pekerjaan, mendorong perkembangan industri lain, dan ekspor.

Perkembangan industri di Indonesia pada saat ini mengalami peningkatan di segala bidang, terutama industri yang bersifat padat modal dan teknologi Indonesia diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara maju lainnya. Peningkatan yang pesat baik secara kualitatif maupun kuantitatif juga terjadi dalam industri kimia. Salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di industri kimia adalah etilbenzena.

Etilbenzena merupakan senyawa kimia berupa hidrokarbon aromatik. etilbenzena banyak digunakan dalam industri petrokimia sebagai senyawa intermediet untuk produksi stirena yang banyak digunakan di industri plastik, diantaranya kristalisasi polistirena, modifikasi karet dengan polistirena, acrilonitril-butadiene stirena (ABS), Stirena-acrilonitril resin (SAR), stirena-butadien latex, stirena-butadien rubber (SBR), dan unsaturated poliester resin. Walaupun etilbenzena dapat ditemukan dalam jumlah kecil pada minyak bumi, pembuatan etilbenzena dalam skala besar banyak dilakukan dengan cara alkilasi fase gas atau cair.

Dewasa ini Indonesia masih mendatangkan dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan etilbenzena dalam negeri, antara lain dari Australia dan Taiwan. Hal ini disebabkan karena di Indonesia belum ada pabrik etilbenzena. Dengan pendirian pabrik etilbenzena ini diharapkan dapat mengembangkan pembangunan di sektor industri kimia khususnya industri etilena dan benzena sebagai bahan baku pembuatan etilbenzena dan industri

stirena yang merupakan bahan dalam pembuatan plastik sintetis yang dapat diproduksi dari etilbenzena

Berdasarkan pertimbangan beberapa hal di atas dengan berdirinya pabrik etilbenzena di Indonesia berarti memacu pertumbuhan industri kimia lainnya yang ada di Indonesia, disamping itu pendirian pabrik etilbenzena di Indonesia membuka lapangan kerja baru yang jelas akan menyerap tenaga kerja produktif Indonesia yang akhirnya dapat meningkatkan taraf kesejahteraan rakyat.

1.2 Kapasitas Pabrik

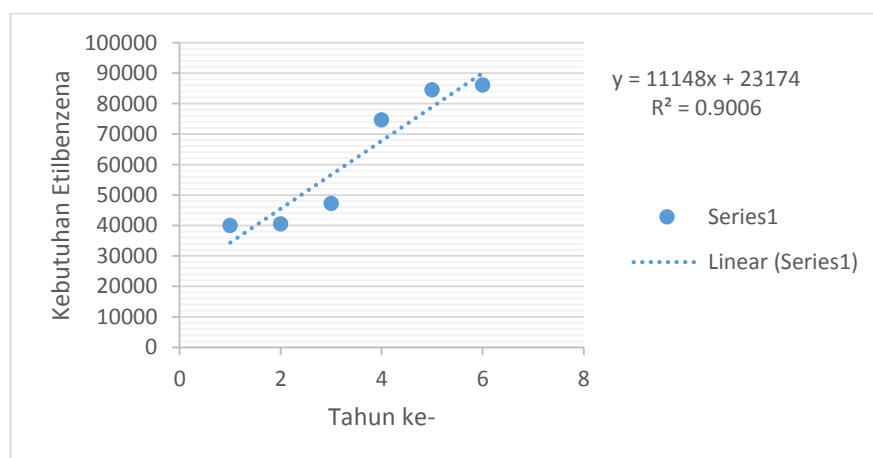
Dari data Biro Pusat Statistik diperoleh bahwa impor etilbenzena Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan. Besarnya peningkatan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1.1. Data Impor Etilbenzena di Indonesia dari Tahun 2003-2014

Tahun ke	Kebutuhan (ton/tahun)
1	40.005
2	40.560
3	47.200
4	74.696
5	84.546
6	86.152

(Biro Pusat Statistik, 2014)

Dari data tersebut dapat dibuat grafik regresi linier:



Gambar 1.1. Kebutuhan Etilbenzena di Indonesia

Dari grafik diperoleh persamaan regresi:

$$Y = 11148 (X) - 23174$$

Dimana:

Y = Kebutuhan, ton

X = Tahun ke – n

Diperkirakan kebutuhan pada tahun 2024

$$Y = 11148 \times (10) + 23174$$

$$Y = 88.306 \text{ ton}$$

Ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kapasitas pabrik etilbenzena antara lain :

a. Proyeksi kebutuhan etilbenzena di Indonesia

Proyeksi permintaan etilbenzena di Indonesia dalam tahun – tahun mendatang diperkirakan masih akan terus meningkat dengan kenaikan yang tidak jauh berbeda dari perkembangan sebelumnya, sehingga permintaan etilbenzena pada saat pabrik didirikan tahun 2024, diproyeksikan sebesar 88.306 ton. Hal ini berkaitan erat dengan perkembangan sektor industri lainnya yang memakai etilbenzena sebagai bahan baku.

b. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku benzena untuk pembuatan etilbenzena dapat diperoleh dari Pertamina UP IV Cilacap yang memiliki kapasitas 120.000 ton per tahun dan masih dimungkinkan penambahan kapasitas (PT Pertamina UP IV, 1995).

Sedangkan etilena diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Center yang mampu memproduksi 522.000 ton etilena per tahun (PT Chandra Asri, 2002).

c. Kapasitas minimal

Untuk memproduksi etilbenzena harus memperkirakan kapasitas produksi yang menguntungkan. *Universal Oil Products* (UOP) memberikan *range* kapasitas produksi secara komersial sejak tahun 1988 yaitu antara 65.000 – 725.000 ton/tahun (UOP, 1997).

Kapasitas pabrik yang pernah didirikan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1.2. Daftar Pabrik Etilbenzena yang Telah Berdiri

Nama pabrik	Lokasi pabrik	Kapasitas produksi (Ton/tahun)
Chevron Phillips Chemical Company	St. James, Louisiana	1.041.500
Chevron Phillips Chemical Company	Pascagoula, Mississippi	144.500
Cos-Mar Company	Carville, Louisiana	1.411.000
The Dow Chemical Company	Freeport, Texas	948.000
INEOS America	Texas City, Texas	562.000
Lyondell Chemical Company	Channelview, Texas	1.622.500
NOVA Chemical Corporation	Bayport, Texas	970.000
Sterling Chemicals Incoporation	Texas City, Texas	960.000
Westlake Styrene Corporation	Sulphur, Texas	225.000

Dari tabel 1.2. dapat dilihat kapasitas produksi etilbenzena yang sudah berproduksi berkisar antara 144.500 – 1.622.500 ton per tahun masing – masing dioperasikan oleh Chevron Phillips Chemical Company, Mississippi, dan kapasitas terbesar oleh Lyondell Chemical Company, Texas.

Dengan mempertimbangkan kebutuhan dalam negeri yang semakin meningkat dan kapasitas pabrik minimal yang sudah ada maka dalam perancangan dipilih kapasitas 200.000 ton per tahun dengan pertimbangan:

- Dapat ikut serta memenuhi kebutuhan etilbenzena dalam negeri yang diperkirakan pada tahun 2024 mencapai 88.306 ton/tahun.
- Mengurangi impor, sehingga kebutuhan etilbenzena tidak terlalu bergantung pada negara lain.
- Menambah nilai ekspor, sehingga dapat menambah devisa Negara.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam menentukan keberhasilan dan kelangsungan hidup suatu pabrik. Pada dasarnya terdapat dua faktor yang menentukan lokasi pabrik, yaitu:



1. Faktor primer, antara lain:

- a. Letak pabrik terhadap pasar dan bahan baku
Pabrik didirikan dekat bahan baku, agar suplai bahan baku terjamin, biaya transportasi bahan baku lebih murah.
- b. Tersedianya tenaga kerja.
- c. Tersedianya utilitas (sumber air dan tenaga listrik).

2. Faktor sekunder antara lain:

- a. Harga tanah dan gedung, biasanya berkaitan dengan rencana mendatang.
- b. Kemungkinan perluasan pabrik.
- c. Tersedianya fasilitas *service*.
- d. Iklim

Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut di atas maka lokasi pabrik didirikan di kawasan industri Cilegon, Jawa Barat yaitu di jalan Raya Anyer dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Letak Bahan Baku

Suatu pabrik dapat beroperasi atau tidak sangat tergantung pada ketersediaan bahan baku. Untuk bahan baku benzena dapat diperoleh dari Pertamina UP IV Cilacap. Sedangkan etilena diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Center yang terletak di Cilegon.

2. Pemasaran

Produk etilbenzena ditujukan untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan diekspor bila memungkinkan. Oleh karena itu, Cilegon merupakan kawasan yang cukup dekat dengan pelabuhan, sehingga dapat mempermudah kegiatan pemasaran dan juga sangat memungkinkan untuk melakukan ekspor hasil produksi.

3. Transportasi, telekomunikasi, dan utilitas

Sebagai salah satu kawasan industri yang besar di Indonesia, maka sarana transportasi, telekomunikasi, dan utilitas yang lain sudah cukup memadai.

4. Tenaga kerja

Faktor tenaga kerja di setiap lokasi memiliki potensi yang hampir sama. Dengan berdirinya pabrik etilbenzena diharapkan mampu memberikan

lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar untuk menjadi tenaga kerja di pabrik etilbenzena.

5. Kebijakan pemerintah

Pendirian suatu pabrik perlu memperhatikan faktor kepentingan yang terkait di dalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dalam pemerataan kesempatan kerja dan pemerataan pembangunan.

6. Perluasan pabrik

Cilacap masih memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik yang merupakan parameter penting, karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk akan semakin menuntut adanya peningkatan kapasitas.



Gambar 1.2. Pemilihan Lokasi Pabrik

1.3 Tinjauan Pustaka

Reaksi pembuatan etilbenzena merupakan reaksi alkilasi yang menggabungkan satu gugus alkil ke dalam senyawa hidrokarbon. Etilbenzena mempunyai rumus kimia C_8H_{10} berat molekul 106,168 merupakan cairan yang tidak berwarna (Kirk Othmer, 1996).

1.3.1 Macam – macam Proses

Pemilihan proses bertujuan untuk menentukan proses yang akan digunakan sehingga menguntungkan dari segi ekonomi maupun teknik.

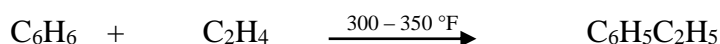
Secara umum ada 4 macam proses yang secara komersial digunakan dalam pembuatan etilbenzena yaitu:

1. Proses AlCl_3

Proses ini dikembangkan oleh *Dow Chemical*, *Union Carbide* dan *Monsato*. Reaksi berlangsung pada fase cair dengan kondisi 300 sampai 350°F (150-200°C) dan tekanan 70 sampai 150 lb/in² gauge (5 – 10 atm). Katalis yang digunakan pada proses ini adalah AlCl_3 .

Yield yang diperoleh adalah 98%. Kekurangan dari proses ini adalah katalis AlCl_3 yang korosif sehingga pemilihan dan perawatan bahan – bahan konstruksi alat harus tepat (Kirk Othmer, 1996; Mc. Ketta, 1983).

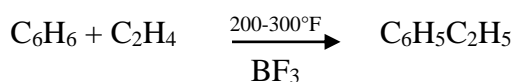
Reaksi yang terjadi:



2. Proses Alkar

Proses ini dikembangkan oleh *Universal Oil Product (UOP)*. Reaksi ini berlangsung dalam reaktor *Fixed Bed* dengan tekanan tinggi dan katalis yang digunakan adalah BF_3 . Proses ini amat peka terhadap adanya air karena akan menyebabkan adanya reaksi dengan BF_3 yang dapat mengurangi aktifitas katalis. Reaktor beroperasi pada suhu 200 – 300°F (100 – 150°C) dan tekanan 500 lb/in² gauge. *Yield overall* yang diperoleh sebesar 99% (Kirk Othmer, 1996; Mc. Ketta, 1983).

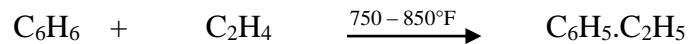
Reaksi yang terjadi:



3. *Mobile Badger* Proses

Dalam proses *Mobile Badger* digunakan reaktor *Fixed Bed* dengan tekanan yang cukup tinggi yaitu 200 sampai 400 lb/in² gauge. Reaksi berlangsung pada fase uap dengan suhu antara 750 sampai 850°F (400 – 450°C), terdiri dari 2 buah reaktor yang disusun secara paralel (Kirk Othmer 1996; Mc. Ketta, 1983).

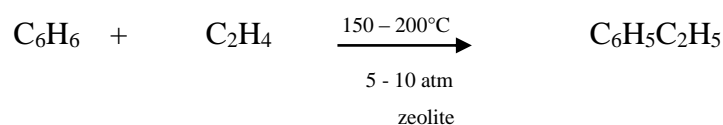
Reaksi yang terjadi:



4. Proses *Unocal / UOP*

Proses ini merupakan proses yang paling baru yang dikembangkan oleh *Lummus/Unocal/UOP* dan merupakan modifikasi dari proses AlCl_3 . Proses ini tidak menggunakan sistem *recovery* katalis dan sangat aman bagi lingkungan. Umur katalis yang digunakan dapat mencapai 12 – 24 bulan. Proses alkilasi dan transalkilasi berlangsung pada fase gas dalam satu reaktor *Fixed Bed Multitube* pada kondisi operasi yang sama dengan proses AlCl_3 yaitu 300 – 350°F (150°C-200°C) dan tekanan 70-150 psig (5-10 atm), tetapi menggunakan katalis zeolit. Keuntungan dari proses ini adalah menggunakan katalis yang sedikit karena tidak ada regenerasi katalis. Produk yang dihasilkan memiliki kemurnian 99,95% berat etilbenzena dan konversi yang diperoleh 99,8 % berat Etilena (UOP, 1997).

Reaksi yang terjadi:



Berdasarkan uraian di atas maka dipilih proses *Unocal* dengan pertimbangan antara lain:

- Konversi dan kemurnian produk yang dihasilkan tinggi
- Proses lebih sederhana dengan biaya investasi lebih rendah.
- Umur katalis lebih lama dengan masa efektif 12 – 24 bulan.

1.3.2 Kegunaan Produk

Etilbenzena merupakan bahan yang mempunyai peranan penting dalam industri stiren monomer, etilantraquinon, asam benzoat, dan industri pembuat cat. Stirena monomer digunakan untuk bahan dasar pembuatan polistiren, stiren butadien rubber (SBR), resin polistiren tak jenuh (UPR), dan stiren akronitril polimer (SAP). Etilena antraquinon digunakan untuk bahan pemutih dan bahan pelumas. Adapun asam benzoat digunakan

sebagai bahan baku pembuatan penol dan barang-barang plastik (Mc. Ketta, 1983).

1.3.3 Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

➤ Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan etilbenzena dengan proses *Unocal/UOP/Lummus* fase cair ini adalah benzena dan Etilena.

a. Benzena

Sifat – sifat fisika benzena

Benzena adalah cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, dan sangat reaktif. Benzena banyak digunakan sebagai bahan baku dalam sintesa phenol, sikloheksan, anilin, maleik anhidrid, dan klorobenzena.

Rumus molekul	: C_6H_6
Berat molekul, g/mol	: 78,11
Titik leleh, °C	: 5,533
Titik didih, °C	: 80,099
Viskositas (20°F), cP	: 0,646
Temperatur kritis, °C	: 298,45
Tekanan kritis (atm)	: 48,6
Density, pada 25°C, g/L	: 0,873700
Panas pembakaran, kJ/Kgmol	: 41,836
Tekanan uap pada 26,75°C, kPa	: 13,330
Tegangan permukaan pada 25°C, dyne/cm	: 28,180
Flash point, °C	: -11,100
Fire point, °C	: 25
Flammibility limit di udara, % volume	: 1,5 – 80
Panas peleburan, kJ/kmol	: 9,874
Panas penguapan pada 80,1°C, kJ/kgmol	: 33,847
Kelarutan dalam air, 25°C, gr/100 gr air	: 0,180
Kelarutan dalam benzena, 25°C, gr/100gr benzena	: 0,050

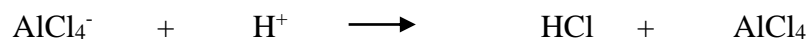
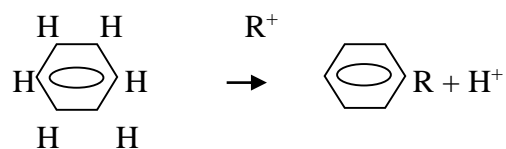
(Kirk Othmer, 1996)

Sifat – sifat kimia benzena

- Alkilasi

Reaksi ini biasanya menggunakan katalisator AlCl_3 atau H_2SO_4 . dalam reaksi alkilasi dapat terjadi reaksi lanjutan karena gugus alkil yang masuk dalam alkil benzena dapat mengaktifkan inti benzena. Untuk mengatasi hal ini digunakan benzena berlebihan.

Langkah – langkah reaksi:

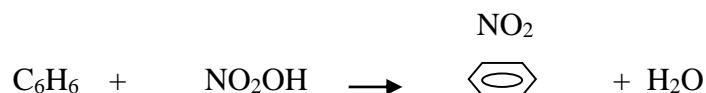


Di dalam industri, alkilasi sangat penting untuk pembuatan bahan baku detergen alkil aril yang merupakan senyawa alifatis aromatis untuk pembuatan detergen. Biasanya disini, benzena di alkilasi dengan propilen tetramer (*dodecene*).

- Nitrasi

Secara teknis nitrasi benzena pada temperatur antara $50 - 55^\circ\text{C}$ dengan HNO_3 menghasilkan nitrobenzena. Nitrobenzena dapat mengakibatkan keracunan dengan ciri daerah bisa berubah menjadi coklat karena oksidasi terhadap *hemoglobin*.

Reaksi nitrasi:



- Klorinasi

Klorinasi adalah masuknya gugus Cl ke dalam benzena, dimana masuknya gugus ini dibantu dengan pembawa halogen, umumnya Fe. Klorinasi fase cair berlangsung pada reaktor *Batch*

pada temperatur 30 – 40°C, dengan perbandingan 0,6 mol klorin per mol benzena. Temperatur untuk klorinasi fase uap yang baik adalah 400 – 500°C.

- Substitusi

Dalam kondisi yang sesuai, satu atau lebih atom hidrogen pada benzena dapat digantikan dengan atom halogen ataupun gugus seperti nitro, sulfonat, dan sebagainya.

- Oksidasi

Benzena dapat dioksidasi menjadi produk – produk yang berlainan. Dengan oksidator seperti permanganat atau asam kromat, benzena dapat teroksidasi menjadi air dan karbondioksida. Reaksi yang paling penting adalah oksidasi katalitik benzena menjadi *maleic* anhidrid dan produk samping.

- Reduksi

Benzena dapat direduksi menjadi sikloheksana. Pada suhu kamar, benzena dapat dihidrogenasi dengan katalis nikel. Kecepatan hidrogenasi akan menjadi tiga kali lipat dengan naiknya suhu dari 20°C sampai 50°C.

- Pengaruh terhadap tubuh

Sifat – sifat benzena secara umum adalah beracun, potensi penyebab kanker, penyebab iritasi pada jaringan lunak, dan mudah terbakar. Cara keracunan benzena pada lingkungan adalah melalui udara (pernafasan atau kontak langsung) dan dengan cara masuk melalui saluran pencernaan atau untuk uap benzena yang masuk ke dalam tubuh melebihi nilai ambang batas akan mempengaruhi sistem saraf pusat yang dapat menyebabkan sakit kepala, mengalami penurunan selera makan, lesu, dan pada akhirnya kehilangan kontrol saraf (Kirk Othmer, 1996).

b. Etilena

Sifat – sifat fisika etilena:

Etilena dengan rumus molekul C_2H_4 merupakan senyawa hidrokarbon olefin yang paling sederhana. Karena adanya ikatan rangkap ini molekul etilena menjadi sangat reaktif dapat mengalami adisi, polimerisasi, maupun oksidasi. Pada umumnya etilena digunakan sebagai polimer, *fiber*, *resin*, *antifreeze*, dan *surfactant*.

Rumus molekul	: C_2H_4
Berat molekul, g/mol	: 28,052
Titik didih, °C	: - 103,71
Densitas pada kondisi cair, g/L	: 20,27
<i>Flash point</i> , °C	: 25
<i>Fire point</i> , °C	: 30
Viskositas cairan, cP	: 0,161
Temperatur kritis, °C	: 59,2
Tekanan kritis, kPa	: 5042
Panas pembakaran (25°C), kJ/g mol	: 1,411
Panas penguapan, J/mol	: 13,54
Kapasitas panas gas ideal, J/mol K	: 42,840
Faktor kompresibilitas	: 0,281
Refraktif indeks	: 1,498

(Kirk Othmer, 1996)

Sifat- sifat kimia etilena:

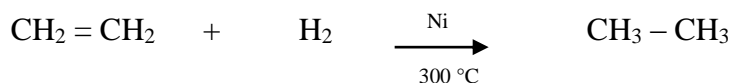
- Polimerisasi

Etilena dapat bergabung dengan etilena yang lain membentuk molekul yang lebih besar (polimer) dengan cara memutus ikatan rangkapnya. Molekul yang terdiri dari 1000 sampai 8 juta molekul etilena.

- Hidrogenasi

Etilena dapat diubah menjadi etana melalui proses hidrogenasi langsung dengan katalis nikel pada temperatur 300°C.

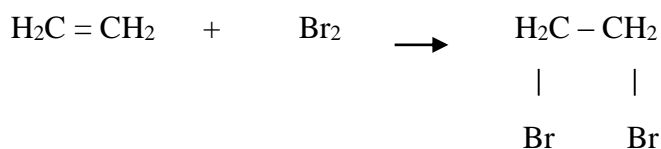
Reaksi yang terjadi:



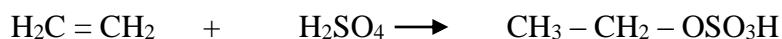
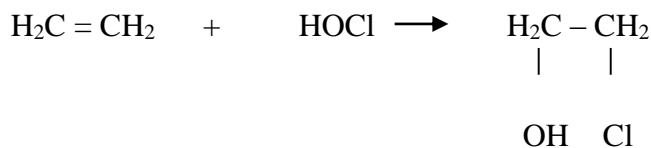
Reaksi ini dapat juga berlangsung pada suhu kamar dengan menggunakan katalis platina atau *palladium*.

- Adisi

Penambahan brom pada senyawa berikatan rangkap menghasilkan dibromida sehingga senyawa baru menjadi jenuh. Reaksi ini juga digunakan untuk mengidentifikasi adanya ikatan rangkap yang ditandai dengan hilangnya warna coklat dari larutan brom.



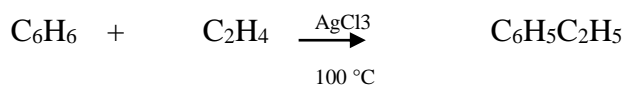
Etilena juga dapat diadisi dengan reaksi sebagai berikut:



- Alkilasi

Reaksi alkilasi *Friedel - Craft* sangat efektif untuk mereaksikan etilena dengan benzena menggunakan katalis AgCl_3 . tekanan dan temperatur operasi tergantung dari proses yang dipakai. Pada pembuatan etilbenzena secara konvensional temperatur yang digunakan adalah 100°C .

Reaksi yang terjadi adalah:



Etilena dapat juga dialkilasi dengan hidrokarbon parafin, misalnya isobutan, menghasilkan 2,3 dimetilbutana (Kirk Othmer, 1996).

➤ Produk

Etilbenzena

Sifat – sifat fisika etilbenzena:

Etilbenzena pada kondisi biasa merupakan suatu cairan yang tidak berwarna dengan bau yang khas dan mudah mengiritasi kulit.

Berat molekul, g/mol	: 106,1680
Titik leleh, °C	: -95,0
Titik didih, °C	: 136,1
Densitas pada 15°C, g/L	: 0,8714
Densitas pada 25°C, g/L	: 0,8626
Temperatur kritis, °C	: 346,722
Tekanan kritis, kPa	: 3723,17
<i>Flash point</i> , °C	: 15
<i>Fire point</i> , °C	: 26
Viskositas pada 37,8°C, cP	: 0,374
Panas penguapan, J/g	: 335
Panas peleburan, J/g	: 36
Refraktif indeks pada 20°C	: 1,4959
Compressibilitas kritis	: 0,206
Tegangan permukaan, dyne/cm	: 24,4800
Kapasitas panas gas ideal, 25°C, J/mol K	: 1169,000

(Coulson, 1983)

Sifat – sifat kimia etilbenzena:

1. Dehidrogenasi

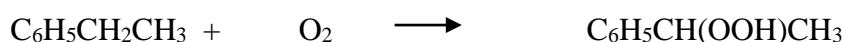
Reaksi yang paling utama dari etilbenzena adalah reaksi dehidrogenasi menghasilkan stiren. Pada reaksi ini digunakan bahan baku dengan kemurnian tinggi. Jadi etilbenzena harus sesedikit mungkin mengandung impuritis dietilbenzena. Reaksi etilbenzena

menjadi stiren berlangsung pada fase cair pada suhu 600-660°C menggunakan katalis Fe_2O_3 . Secara komersial selektifitas etilbenzena menjadi stiren berkisar antara 89-96%. Reaksi sampingnya meliputi etilbenzena menjadi benzena dan toluena.

2. Oksidasi

Reaksi ini adalah reaksi oksidasi etilbenzena dengan udara menghasilkan hidroperoxide.

Reaksi yang terjadi:



Reaksi ini terjadi pada fase cair tanpa katalis. Tetapi karena senyawa ini merupakan senyawa tidak stabil, maka kontak langsung dengan temperatur yang tinggi harus dicegah agar senyawa ini tidak mengalami dekomposisi.

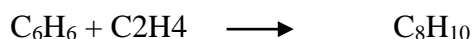
3. Isomerisasi

Dengan katalis yang sesuai, etilbenzena dapat dikonversi menjadi xylene. Proses secara komersial untuk isomerisasi xylene biasanya meliputi reaksi katalik atau dealkilasi etilbenzena (Kirk Othmer, 1996).

1.3.4 Tinjauan Proses Secara Umum

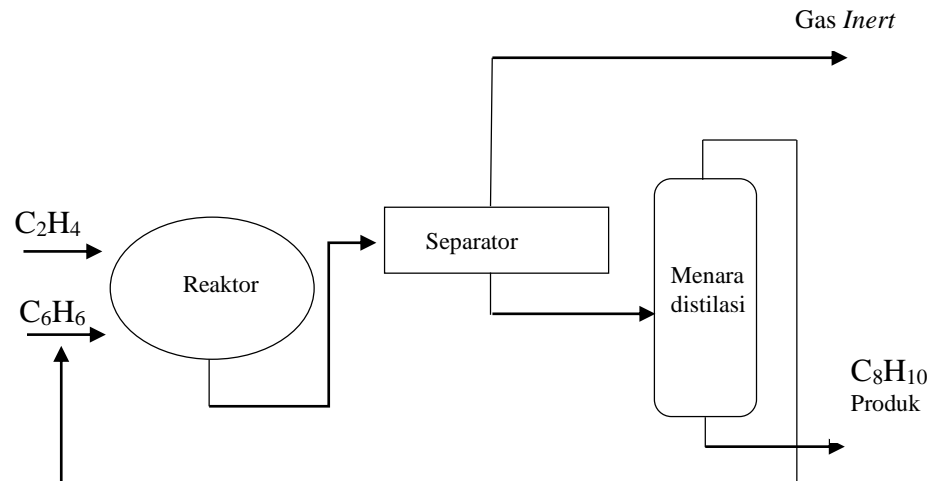
Proses pembuatan etilbenzena termasuk dalam reaksi alkilasi. Dimana benzena dan etilena sebagai bahan bakunya.

Reaksi etilbenzena :



Bahan baku benzena dan etilena direaksikan dalam reaktor *fixed bed multitube* (R-100) pada fase gas dengan menggunakan katalis zeolit. Produk dari reaktor yang berupa gas dikondensasikan kemudian dimasukkan separator (H-200) untuk dipisahkan dari gas inert yang berupa Etilena. Hasil pemisahan dari separator dalam fase cair diumpankan ke menara distilasi (D-100) untuk memisahkan etilbenzena dengan benzena. Hasil atas dari

menara distilasi (D-100) berupa benzena diumpankan kembali, sedangkan hasil bawah berupa etilbenzena dalam fase cair didinginkan sebagai produk.



Gambar1.3. Diagram Blok Proses Pembuatan Etilbenzena